第５講　演習問題

■ 演習問題

1　**表１**は電磁波の分類とそのおよその波長境界を示している。電磁波の説明や利用方法（区分された範囲の一部の電磁波の場合もある）を参考にし，**ア**〜**オ**に入る最も適当な電磁波の名称を記入しなさい。

表１

波長〔m〕	電磁波の名称	電磁波の説明や利用方法
1		
	ア	対象物の方向と距離を測定するために使用される。一部は電子レンジにも利用される。
10^{-4}		
	イ	大気中を透過しやすいので，遠くの物体の撮影に用いられる。
0.77×10^{-6}		
	可視光線	
0.38×10^{-6}		
	ウ	蛍光灯の管の内面に塗布されている蛍光体を発光させる。殺菌作用があるので，殺菌灯として使用される。
10^{-9}		
	エ	物質に吸収されにくいので，物質や人体内部を透視するために使用される。また結晶構造を調べるためにも使用される。
10^{-12}		
	オ	主に放射性物質から放出され，原子核反応で発生する。医療では治療に用いられる。

2

問１　物理量の次元を考える。力学的な量の次元は，質量[M]，長さ[L]，時間[T]の組合せで表現できる。たとえば，速さの次元は$[\mathrm{LT^{-1}}]$，運動量の次元は$[\mathrm{MLT^{-1}}]$である。エネルギーの次元はどうなるか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

① $[\mathrm{MLT^{-2}}]$　② $[\mathrm{ML^{2}T^{-1}}]$　③ $[\mathrm{M^{2}LT^{-2}}]$　④ $[\mathrm{M^{2}LT^{-1}}]$
⑤ $[\mathrm{M^{2}L^{2}T^{-2}}]$　⑥ $[\mathrm{ML^{2}T^{-2}}]$

問２　次の①～⑥の量のうち，エネルギーの単位で表されるものを**二つ**選べ。ただし，解答の順序は問わない。 2 3

① 動摩擦力×距離　② ばね定数×ばねの伸び
③ 電圧×電流　④ 抵抗×電流
⑤ 圧力×面積　⑥ 熱容量×温度差

3

問１　運動エネルギーと運動量について述べた文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 4

①　運動エネルギーは大きさと向きをもつベクトルである。

②　二つの小球が非弾性衝突をする場合，運動量の和は保存されるが運動エネルギーの和は保存されない。

③　力を受けて物体の速度が変化したとき，運動エネルギーの変化は物体が受けた力積に等しい。

④　等速円運動する物体の運動量は一定である。

問２　次の文章の中で，正しいものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

①　偶力は，剛体を回転させるはたらきと，移動させるはたらきをもっている。

②　水平な粗い床の上に物体を置いて，この物体を引いている。この物体が動き出すまでの間は最大摩擦力がはたらいている。

③　弾性衝突（完全弾性衝突）では，運動量および力学的エネルギーは保存される。

④　ワット時［Wh］は仕事の単位であり，Ｊで表すと 3.6×10^6 J である。

⑤　重力や動摩擦力や人が加える力などは，保存力である。

問３　次の①から⑤に記述された２つの力が作用・反作用の力の組合せになっているものを，**二つ**選べ。 6 7

①　床の上に置かれた物体に働く垂直抗力と物体が床を押す力

②　天井から糸でつるされた物体に働く張力と物体の重力

③　ボールをバットで打つとき，ボールに加わる力とボールがバットを押し返す力

④　重い物体を押しても動かないとき，人が押す力と物体に働く摩擦力

⑤　地球が月を引く力と太陽が地球を引く力

4

問１　熱に関する記述として正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 8

① 物体に一定量の熱を加えたとき，熱容量が同じならば質量が大きいほど温度変化が大きい。

② 高温の物体と低温の物体を接触させたとき，接触面を通して高温の物体から流出した熱量は，低温の物体に流入した熱量より小さい。

③ 一つの熱源から熱を取り入れ，同じ熱源に熱を放出することにより熱機関をはたらかせることができる。

④ 与えられた熱のすべてを仕事に変える熱機関はつくることができない。

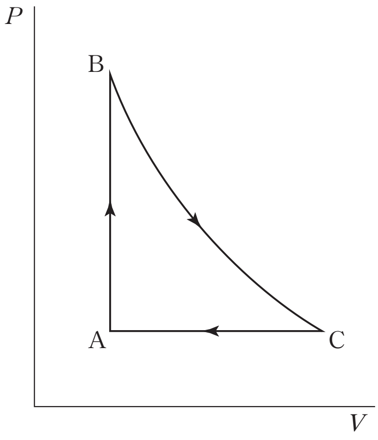
問２　次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。 9

単原子分子理想気体では，気体分子の平均運動エネルギーは絶対温度に ア し， イ 。分子の平均の速さの目安となる２乗平均速度は，同じ温度のヘリウム (He) とネオン (Ne) では， ウ 。

	ア	イ	ウ
①	比　例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
②	比　例	分子量によらない	同じになる
③	比　例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
④	比　例	分子量とともに大きくなる	同じになる
⑤	反比例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
⑥	反比例	分子量によらない	同じになる
⑦	反比例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
⑧	反比例	分子量とともに大きくなる	同じになる

問３　理想気体を容器に詰め，**図**のように A → B → C → A と変化させた。下記の文のうちで正しいものを**三つ**選べ。ただし，B → C は等温変化である。

| 10 | 11 | 12 |



① 過程 A → B では気体の内部エネルギーは増加した。

② 過程 A → B では気体は熱を外へ放出した。

③ 過程 B → C では気体は熱を外から吸収した。

④ 過程 B → C では気体は外から仕事をされた。

⑤ 過程 C → A では気体の内部エネルギーは減少した。

⑥ 過程 C → A では気体は外へ仕事をした。

5

問１　次の①から⑤の文章のうちで正しいものを**三つ**選べ。

| 13 | 14 | 15 |

①　定常波が生じているとき，媒質中には振幅，波長，速さが等しく，伝わる向きが反対の２つの進行波が存在している。

②　波が障害物の裏側に回り込む現象を偏光という。波がすき間を通るとき，すき間の幅が波の波長に比べて狭いほど偏光の効果が大きい。

③　音が媒質中を伝わるとき，音の進行方向と媒質の振動方向は一致しており，このような波を縦波という。音波は空気などの気体のほか，液体や固体中も伝わるが，真空中は伝わらない。

④　屈折率は光の波長により異なるので，白色光がプリズムに入射すると，光が異なる角度で屈折し，赤から紫の光のスペクトルが得られる。この現象を光の分散という。

⑤　人間の目が感じることのできる電磁波を可視光といい，波長の長い光は紫に見え，波長の短い光は赤に見える。

問２　波に関する次の①～⑤の文のうちから正しいものを**二つ**選べ。
[16] [17]

① 波面上のすべての点は，それらを波源とする球面波（これを素元波という）を出している。素元波は波の進む速さと等しい速さで広がり，これらの素元波に共通に接する面が次の波面になる。これをホイヘンスの原理という。

② 外海からの波が防波堤と防波堤のすき間を通り抜けて防波堤のかげに入り込むようすを見ることがある。このように波が障害物のかげに回り込む現象を回折という。波の波長に比べてすき間の幅が大きいほど回折の効果が大きい。

③ 地表（または海面）付近の空気の温度が高く，上空に行くほど空気の温度が低いとき，蜃気楼（しんきろう）が見えたり，遠くからの音がよく聞こえたりする。これは光または音の屈折率が温度に依存するからである。

④ 媒質の密度が疎な部分（圧力が低い）と密な部分（圧力が高い）が交互に繰り返されて伝わっていく疎密波を音波という。音波では波の進む方向と媒質の振動方向が一致しているので，音波は縦波である。音波は気体のほかに液体中でも伝わるが，固体中は伝わらない。

⑤ 音を特徴づけるものは「音の強さ」，「音の高さ」と「音色」であり，これらを音の三要素という。音の強さは，音の伝わる方向に垂直な面 $1\,\mathrm{m}^2$ を単位時間に通り抜ける音のエネルギーの大きさを表す。また，音の高さは音の振動数で決まり，振動数が大きいほど高い音である。

問３　空気中を伝わる音に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。[18]

① 音の速さは，振動数に比例して増加する。

② 音を１オクターブ高くすると，波長は２倍になる。

③ 音が障害物の背後にまわりこむ現象は，回折と呼ばれる。

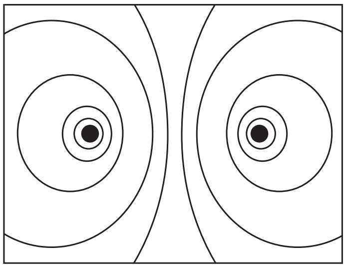
④ 振動数が等しく，振幅が少し異なる二つの波が重なると，うなりが生じる。

⑤ 音源が観測者に近づく速さが大きいほど，観測者が聞く音の振動数は小さくなる。

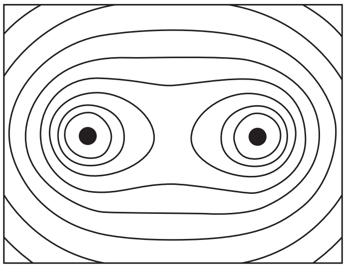
6

問１　絶対値が等しく符号が逆の電気量をもった二つの点電荷がある。点電荷のまわりの電気力線の様子を表す図として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，電気力線の向きを表す矢印は省略してある。　19

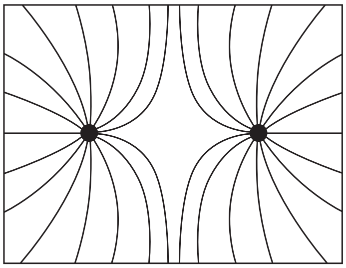
①



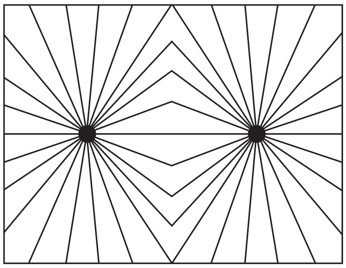
②



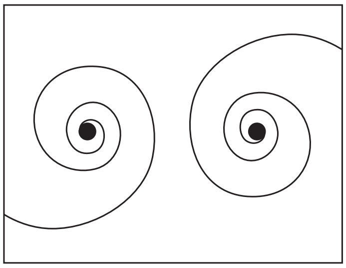
③



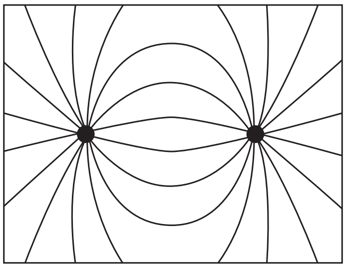
④



⑤



⑥



問２　次の①～⑥の文章のうち正しいものを**三つ**選べ。 [20] [21] [22]

① 1アンペア（A）の電流が1秒間に運ぶ電気量が1クーロン（C）である。

② 電気力線は等電位面に垂直になる。等電位線（面）の間隔が密なところほど電場が強い。

③ 導体内部には電場がなく，導体全体が等電位になる。

④ 金属に帯電体を近づけると，帯電体に近いほうには帯電体と異種の電気が現れ，遠い側には帯電体と同種の電気が現れる。この現象を導体の電磁誘導という。

⑤ コイルは自己誘導の性質をもっている。これは言い換えれば電圧の変化を妨げる性質である。

⑥ 電気回路のある部分の電圧を測定するには，電圧計をその部分に並列に接続する。このとき電圧計の内部抵抗の影響により回路の電圧が変化しないようにするためには，電圧計の内部抵抗は小さい方が良い。

問３ 電気に関する次の①～⑤の文のうちで正しいものを**二つ**選べ。 23 24

① 電気力線は，その上の各点での法線がその点での電場の方向を表しており，正電荷から出て負電荷に入る。電気力線は電荷のない場所で枝分かれしたり交わったりしない。

② 電位の等しい点を結んで得られる面を等電位面という。等電位面と電気力線は垂直に交わる。一定の電位差ごとに等電位面を描いたとき，それら等電位面の間隔が広い場所では電場が強く，間隔が狭い場所では電場が弱い。

③ 導体に帯電体を近づけると，帯電体に近い方の導体表面に帯電体とは逆の電荷が現れ，帯電体から遠い方の導体表面には帯電体と同じ電荷が現れる。この現象を静電誘導という。導体がはじめに帯電していなければ静電誘導後に導体表面に現れた正電荷と負電荷の和は０である。また，導体内の電場は０である。

④ 物体を導体で囲むことによりこの物体が外部からの電場の影響を受けないようにすることを静電しゃへいという。

⑤ 不導体に帯電体を近づけると，不導体内で原子や分子が一方向に分極するため，帯電体に近い方の不導体表面に帯電体とは逆の電荷が現れ，帯電体から遠い方の不導体表面には帯電体と同じ電荷が現れる。この現象を誘電分極という。このとき不導体内の電場は０である。

問４ 鉛直に立てたまっすぐなアルミニウム製の管がある。その管の中を，強い磁場を発生している磁石が，管に触れることなく落下した。このとき起こる現象として正しいものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。 25

① 磁石は，管がない場合よりもゆっくり落ち，管の温度は上がる。

② 磁石は，管がない場合よりもゆっくり落ち，管の温度は下がる。

③ 磁石は，管がない場合よりも速く落ち，管の温度は上がる。

④ 磁石は，管がない場合よりも速く落ち，管の温度は下がる。

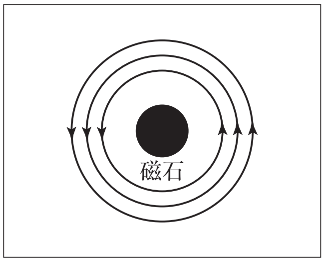
⑤ 磁石は，管がない場合と同じ落ち方で落ち，管の温度も変わらない。

問５　図のように，水平に置かれたうすいアルミ板の上を，棒磁石がＮ極を下にして矢印の向きに動いている。アルミ板を真上から見たとき，棒磁石の近くのアルミ板に流れる誘導電流の向きとして正しいのはどれか。下の①～⑤のうちから一つ選べ。電流の流れる向きは曲線上の矢印の向きで示す。 **26**

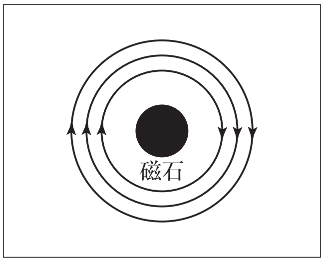
水平方向から見た図

磁石の動く向き ⟶

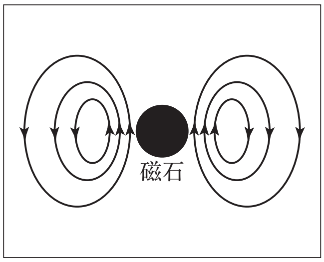
①



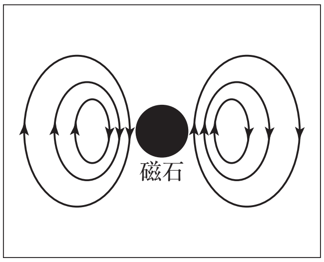
②



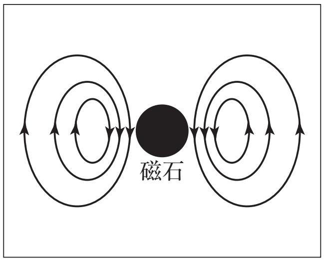
③



④



⑤



7

問１　光電管を使用して光電効果の実験を行ったところ次の**図１**および**図２**の結果を得た。**図１**は振動数を一定にして陽極電圧を変えたときの光電流を測定したものである。また，**図２**は光の振動数を変えて光電子の運動エネルギーの最大値を求めたものである。以下の①〜⑤の文章で正しいものを**二つ**選べ。

| 27 | 28 |

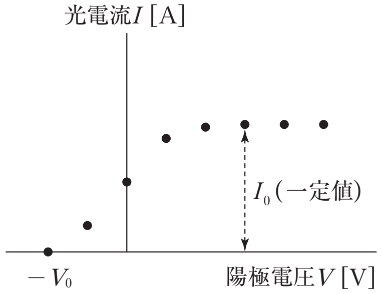


図１

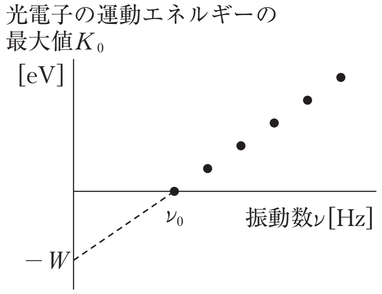


図２

① 光の振動数を大きくすると電流 I_0 は増加する。

② 光の振動数を大きくすると電圧 V_0 は増加する。

③ W は金属中の電子１個を外に取り出すのに要する最小のエネルギーであり，金属の種類によって値が異なる。

④ **図２**の測定点の傾きは金属の種類によって少しずつ異なる。

⑤ 運動エネルギーの最大値 K_0 は電流 I_0 に比例する。

問２　次の①～⑤の文章で正しいものを**二つ**選べ。 29 30

① X 線は電磁波の一種であるが，粒子としてふるまうこともある。X 線の粒子としての運動量は波長に反比例し，エネルギーは振動数に比例する。

② X 線を静止している電子に当てると，入射 X 線の波長より長い波長の散乱 X 線が放射される。入射 X 線と散乱 X 線との波長のずれは散乱角が小さいほど大きい。

③ 電子が波動としてふるまうときの波を電子波という。電子波の波長は電子の運動量に反比例する。電子をある電圧で加速したとき，この電子が得る運動量は電圧に比例する。

④ 水素原子がある定常状態からエネルギーが小さい他の定常状態に移るとき電磁波が放出される。この電磁波の波長は２つの定常状態のエネルギーの差に比例する。

⑤ 原子核を構成しているのは陽子と中性子である。陽子は正電荷をもち，陽子間にはクーロン斥力が働くので，原子核が安定に存在するためにはクーロン斥力より強い引力が必要である。この力を核力という。

問３　宇宙を構成している原子核と素粒子に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 31

① 原子核の内部では，正の電荷をもった陽子と負の電荷をもった中性子がクーロン力によって結びついている。

② ばらばらの状態にある陽子６個と中性子６個の質量の和は，${}^{12}_{6}C$ の原子核の質量よりも大きい。

③ 陽子の内部ではクォークが２個結びついており，クォークの内部では電子とニュートリノが１個ずつ結びついている。

④ 素粒子であるクォークは電荷をもたず，電気的に中性である。

⑤ 自然界に存在する基本的な力は，重力，弱い力，強い力の３種類であると考えられている。

問４　原子核や放射線に関する次の①〜⑤の記述のうち，**間違っているもの**を一つ選べ。 32

①　α 線を出すと質量数が 4 減り，原子番号が 2 減少する。

②　β 線を出すと質量数が 1 減り，原子番号が 1 増加する。

③　γ 線を出しても質量数も原子番号も変化しない。

④　放射線が電荷をもっているかどうか知るには，電場や磁場の中で進路が曲がるかどうか見る。

⑤　放射性原子核の半減期とは，核の崩壊によりその原子の数が半分に減少する時間をいう。

問５　原子核に関する次の①〜⑤の文章のうち，正しいものを**二つ**選べ。
33 34

①　ヘリウムに比べて安定度の低い水素やリチウムの同位体などから，ヘリウムをつくれば，余分なエネルギーは放出される。このような核反応を核分裂という。

②　原子番号が同じで，質量数が異なる原子を互いに同位体という。

③　原子核は陽子と中性子が核力により結合してできている。核力が働く範囲は小さく，核子どうしがおよそ 10^{-8} m 以内に近づいたときだけ働き，この距離内では電気力よりも大きな力となる。

④　核子がばらばらの状態から，結合してまとまった状態になるとき，まわりにエネルギーを放出する。このエネルギーを結合エネルギーという。一般の原子核で質量欠損は，この結合エネルギーに相当する。

⑤　原子核の核子どうしを結合させるエネルギーは，原子どうしを結合させるときのエネルギーと同じ程度である。

第５講　演習問題　解答

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	ア		マイクロ波
	イ		赤外線
	ウ		紫外線
	エ		エックス線
	オ		ガンマ線
2	問１	1	6
	問２	2，3	1，6
3	問１	4	2
	問２	5	3
	問３	6，7	1，3
4	問１	8	4
	問２	9	1
	問３	10，11，12	1，3，5
5	問１	13，14，15	1，3，4
	問２	16，17	1，5
	問３	18	3
6	問１	19	6
	問２	20，21，22	1，2，3
	問３	23，24	3，4
	問４	25	1
	問５	26	5
7	問１	27，28	2，3
	問２	29，30	1，5
	問３	31	2
	問４	32	2
	問５	33，34	2，4